

Factsheet kernenergie

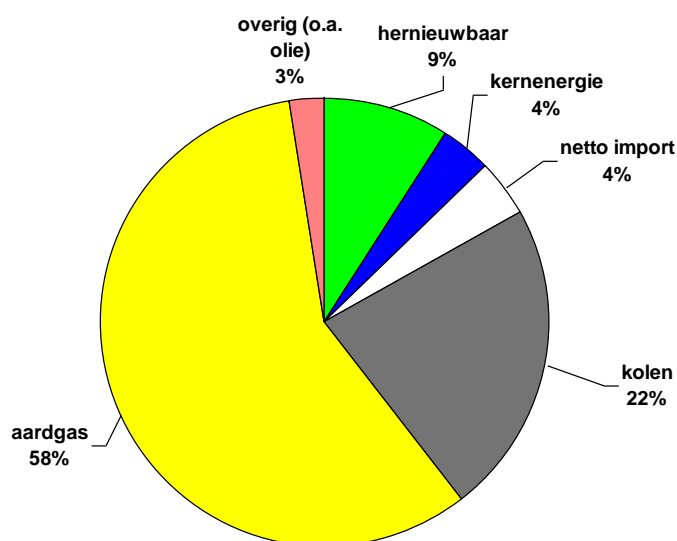
ECN doet onderzoek naar het energie- en elektriciteitssysteem van Nederland, Noordwest Europa en de rest van de wereld. ECN doet geen onderzoek naar veiligheid van kernenergie of nieuwe kernenergietechniek.

1. Hoeveel kernenergie gebruiken we in Nederland voor elektriciteitsopwekking?

In Nederland wordt door de kerncentrale Borssele 4 Terawattuur (TWh) per jaar aan elektriciteit geproduceerd. Dat komt overeen met ruim 14 Petajoule (PJ, 1 TWh = 3.6 PJ, Peta = 10^{15}) en is ca. 4% van het Nederlandse *elektriciteits*verbruik in 2009. Het elektriciteitsverbruik in Nederland was in 2009 ongeveer 113 TWh of 408 PJ. Van deze 113 TWh werd netto bijna 5 TWh geïmporteerd (4,2%).

Een gedeelte van de elektriciteit die we in Nederland importeren, is opgewekt met kernenergie. Nederland is importeur van elektriciteit uit Frankrijk en Duitsland. In die landen wordt respectievelijk ruim 75% en 20% van de elektriciteit met kernenergie opgewekt (zie vraag 3).

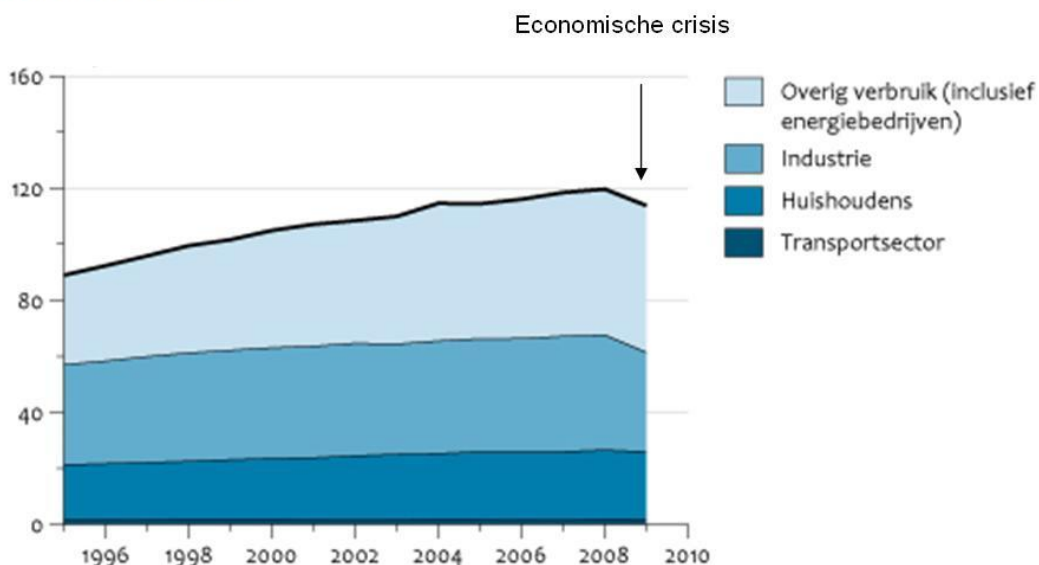
ECN verwacht door de nieuwbouw aan gas- en kolencentrales (respectievelijk ca. 7000 + 3500 Megawatt) dat Nederland in het komende decennium netto exporteur van elektriciteit naar Duitsland wordt. Uit Frankrijk zal Nederland netto stroom blijven importeren.



Figuur 1. Elektriciteitsmix in Nederland (2009, in percentages aandelen)

In 2009 is het elektriciteitsverbruik door de economische crisis gedaald ten opzichte van 2008, vooral in de industrie. In 2010 is het verbruik weer opgelopen (precieze getal nog niet bekend bij het CBS) door het hersteld verbruik in de industriële sector.

Verbruik elektriciteit



Figuur 1. Elektriciteitsbruik Nederland in TWh (bron: CBS 2011)

2. Wat is het aandeel van elektriciteitsproductie in de totale energievoorziening?

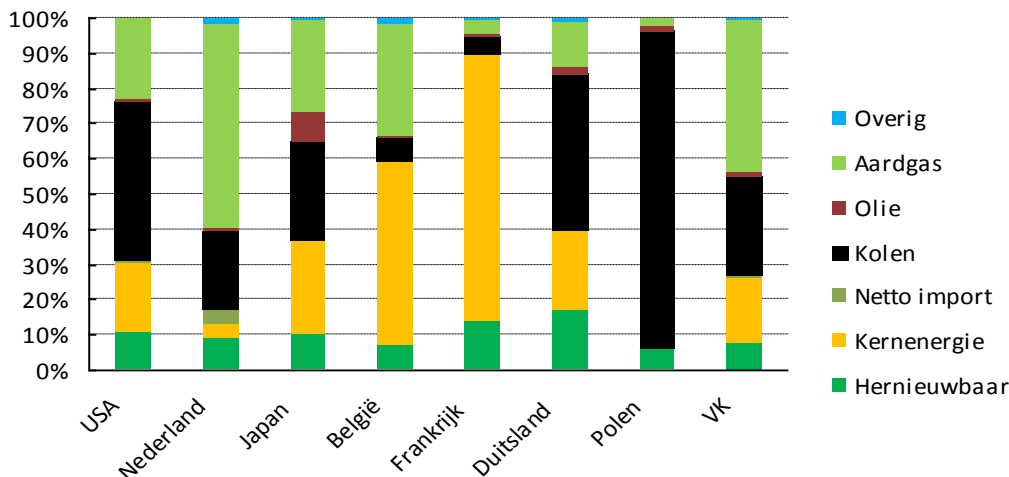
Voor de productie van elektriciteit werd in 2009 1031 PJ aan primaire energie (grotendeels steenkool en aardgas) gebruikt. De Nederlandse centrales zetten deze primaire energie om in elektriciteit. Dat is ca. 1/3 van de totale primaire energie die in Nederland werd gebruikt (3260 PJ). Behalve voor elektriciteitsopwekking wordt energie ook voor andere toepassingen gebruikt, zoals ruimteverwarming en vervoer. Die andere toepassingen van energie kosten dus 2/3 van de primaire energie.

3. Hoe is de elektriciteitsmix in andere landen?

De *elektriciteitsmix* in de Verenigde Staten en Japan voor het jaar 2009 staat in onderstaande figuur weergegeven. Tevens is de mix te zien in Nederland en een aantal landen in Noordwest-Europa.

Frankrijk is in Europa het land met de meeste kernenergie (ruim 75% van de elektriciteitsopwekking). Landen als Duitsland en het Verenigd Koninkrijk (VK) genereren met kernenergie rond de 20% en 15% van hun elektriciteitsopwekking. Gemiddeld zit de Europese Unie op een totaal aandeel van ca. 30% kernenergie. Dat aandeel van de EU-27 wordt gedomineerd door de bijdragen van Frankrijk, Duitsland en VK.

Het aandeel kernenergie in de Verenigde Staten is 20%. In Japan was het bijna 30%, vóór de aardbeving en tsunami die leidden tot het afschakelen van een aantal kerncentrales.



Figuur 2. Elektriciteitsmix VS, Japan, Nederland en enkele landen in Noord-west Europa (2009, in percentages van TWh)

Elektriciteitsmix in 2009, VS, Japan, EU, en wat EU landen (Bron: IEA)

In TWh	USA	Nederland	Japan	België	Frankrijk	Duitsland	Polen	VK
Hernieuwbaar	445.7	10.8	103.0	6.5	74.0	101.3	9.1	28.2
Kernenergie	830.1	4.2	279.8	47.3	409.7	134.9	0.0	69.2
Netto import	34.1	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
Kolen	1899.5	26.3	295.1	6.1	27.7	264.5	136.7	104.5
Olie	50.2	1.3	90.3	0.7	5.9	12.5	2.3	5.8
Aardgas	948.6	67.8	273.7	29.0	22.3	77.0	3.2	162.1
Overig	10.3	1.7	4.5	1.4	1.9	6.5	0.3	1.9
TOTAAL	4218.5	117.1	1046.4	91.0	541.7	596.8	151.6	374.6
In %								
Hernieuwbaar	10.6%	9.3%	9.8%	7.1%	13.7%	17.0%	6.0%	7.5%
Kernenergie	19.7%	3.6%	26.7%	51.9%	75.6%	22.6%	0.0%	18.5%
Netto import	0.8%	4.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%
Kolen	45.0%	22.5%	28.2%	6.8%	5.1%	44.3%	90.2%	27.9%
Olie	1.2%	1.1%	8.6%	0.8%	1.1%	2.1%	1.5%	1.6%
Aardgas	22.5%	57.9%	26.2%	31.9%	4.1%	12.9%	2.1%	43.3%
Overig	0.2%	1.4%	0.4%	1.5%	0.4%	1.1%	0.2%	0.5%
TOTAAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

4. Hoe afhankelijk zijn we van kernenergie?

Europa is voor de elektriciteitsvoorziening voor ca. 30% afhankelijk van kernenergie (zie vraag 3). In Noordwest-Europa, met landen als Frankrijk, België, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Nederland, is de afhankelijkheid van kernenergie groter door het grote aandeel van Frankrijk.

Dinsdag 15 maart 2011 heeft de regering van Duitsland besloten per direct zeven kerncentrales van vóór 1980 te sluiten, in afwachting van nader onderzoek. Het definitieve besluit om de kerncentrales langer open te houden is met drie maanden uitgesteld. Eerder was al een akkoord bereikt met de Duitse elektriciteitsproducenten dat de kerncentrales in Duitsland langer mochten openblijven. Die energiebedrijven zouden per jaar 3 miljard euro extra belasting gaan betalen. De Duitse regering wilde de opbrengsten gebruiken voor hernieuwbare energie.

In België luidde premier Leterme begin maart de noodklok dat er stroomtekorten zouden dreigen als de Belgische kerncentrales niet langer zouden openblijven.

5. Wat zijn op korte termijn de gevolgen van het besluit in Duitsland om zeven kerncentrales af te schakelen en besluitvorming (voor langer openhouden) op te schorten?

Het korte-termijngevolg van het afschakelen van zeven oude kerncentrales in Duitsland is dat de zogeheten spotmarkt-noteringen (zoals op de APX-Endex) voor de elektriciteitsprijzen op de groothandelsmarkt met 10% tot soms zelfs 20% zijn gestegen. Voor de termijncontracten voor de te leveren elektriciteit over een of drie maanden is de prijsstijging geringer.

Doordat op korte termijn de vervangende stroomlevering van gas- en kolencentrales komt, is tevens een stijging in de prijzen van aardgas en kolen waargenomen. Kolen- en gascentrales stoten meer CO₂ uit. Daarom is ook de prijs van CO₂ emissierechten al gestegen.

Indien er nog meer kerncentrales in Europa worden stilgelegd, dan kunnen de effecten op prijsstijgingen nog groter worden.

De Duitse regering nam eerder een besluit om de centrales langer open te houden. Dat besluit in Duitsland staat naar aanleiding van het nucleaire ongeval in Japan sinds dinsdag 14 maart 2011 weer ter discussie (zie ook vraag 4).

De Europese Commissie heeft aan de lidstaten met kerncentrales gevraagd een 'stresstest' uit te voeren naar aanleiding van het ernstige reactorongeval bij de Fukushima centrale in Japan. Op dit moment is het niet duidelijk wat het kernongeval en de uitkomsten van de EU-stresstest gaan betekenen voor de kerncentrales in Europa. Dat geldt zowel voor de bestaande kerncentrales als de nieuwbouwplannen in diverse lidstaten van de Europese Unie. De uitkomsten van de stresstest worden in najaar 2011 verwacht.

Volgens de meest recente scenario's van de Europese Commissie, waarin nog Duitse en Belgische kerncentrales wel voor 2030 zouden worden uitgefaseerd, zal het aandeel kernenergie in de Noordwest-Europese elektriciteitsmix de komende 20 jaar boven 25% uit komen.

Nederland is mede afhankelijk van deze Noordwest-Europese elektriciteitsmarkt, die in toenemende mate is gekoppeld en geïntegreerd. Dat geldt voor de fysieke verbindingen (het koper) als de handel tussen die landen (de euro's). Door haar gunstige geografische ligging speelt Nederland nu al een centrale rol in de elektriciteitsvoorziening en die rol wordt naar verwachting steeds belangrijker. Vice versa zijn de buurlanden dus ook steeds meer afhankelijk van Nederland.

6. Wat is het aandeel kernenergie in 2030 en 2050?

De hoeveelheid kernenergie in de toekomst hangt af van veel factoren. De belangrijkste zijn:

- Het huidige park en de verwachte levensduur ervan
- De mate waarin regeringen investeringen in kerncentrales door marktpartijen toelaten
- De publieke opinie over kernenergie
- De technische randvoorwaarden die daarbij worden gesteld, en de mate waarin die invloed hebben op de kosten
- De kosten van opwekking met kernenergie ten opzichte van andere energiebronnen, o.a. afhankelijk van brandstofkosten en de CO₂-prijs

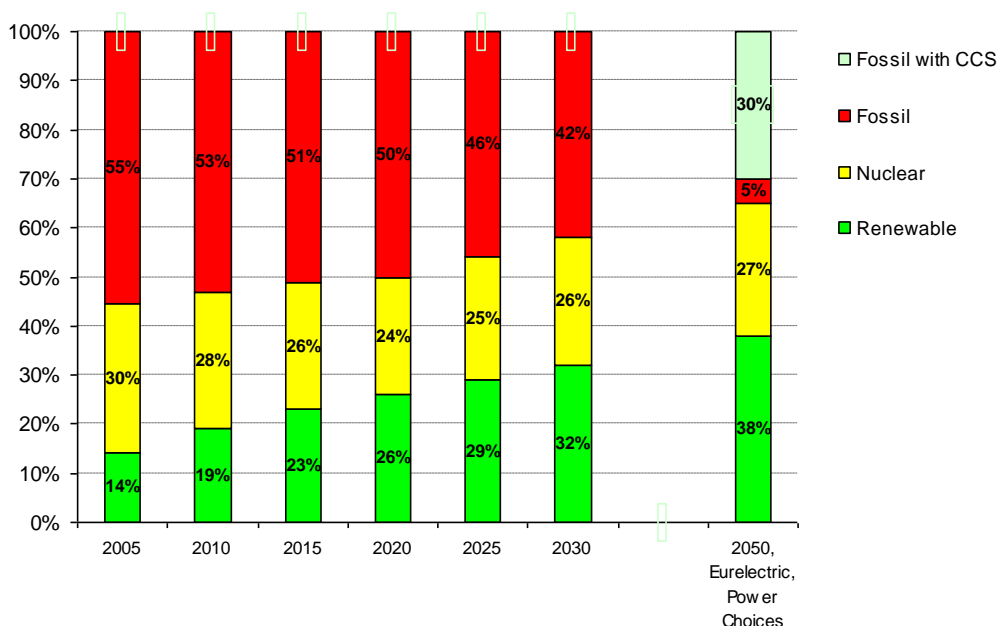
Voor de hele lange termijn (2050) lopen de diverse scenario's meer uiteen. De uitkomsten van dergelijke lange-termijnverkenningen zijn sterk afhankelijk van veronderstellingen rond klimaatbeleid, of bepaalde opwekkingsopties al dan niet worden 'uitgesloten', de brandstofprijzen voor kolen en aardgas, en wat de prijs voor CO₂ emissierechten zal worden.

6.1. Europese Commissie: Energy Trends tot 2030

In de meeste recente Europese verkenningen blijft het aandeel kernenergie voor de EU-27 tot 2030 hoog. In de meeste recente verkenning die voor de Europese Commissie is gemaakt, is het aandeel tussen 2020 en 2030 rond de 25%. In die verkenning werd geen rekening gehouden met het langer openblijven van de Duitse en Belgische kerncentrales. Wel is een aantal nieuwbouwplannen ingeboekt. Zo houdt de Europese Commissie rekening met nieuwe kerncentrales in Polen, die tussen 2020 en 2030 in bedrijf zouden komen.

6.2. Eurelectric: Power Choices 2050

De Europese elektriciteitssector, vertegenwoordigd in hun belangenorganisatie Eurelectric, komt in hun scenario (Power Choices) uit op een aandeel van 27% kernenergie in 2050. Het aandeel neemt licht af en later weer een beetje toe. (zie figuur 4). In het scenario wordt uitgegaan van verregaand klimaatbeleid en van intensivering van beleid voor energiebesparing, hernieuwbare energie en CO₂ opslag. Het aandeel hernieuwbare elektriciteitsproductie is dan 38%. Fossiele opwekking van elektriciteit, dus met aardgas of kolen, neemt sterk af. Het aandeel van fossiele centrales met CO₂ opslag komt dan op 30% uit.



Figuur 3. Elektriciteitsmix, EC Energy Trends tot 2030 en Eurelectric Power Choices 2050 (Bronnen: ECN, 2010; EC, 2010; Eurelectric, 2009).

6.3. European Climate Foundation, Roadmap 2050

De European Climate Foundation (ECF) heeft vorig jaar de [Roadmap 2050](#) gepubliceerd, waaraan ook ECN een bijdrage heeft geleverd. In deze ECF Roadmap 2050 worden vier scenario's geschetst die alle leiden tot een 80% CO₂ reductie in de Europese elektriciteitsproductie.

In die vier scenario's zijn de aandelen kernenergie, fossiel en hernieuwbaar steeds verschillend. Het aandeel hernieuwbare elektriciteitsproductie is gevarieerd van 40% in 2050 tot aan 100% in 2050. Kernenergie en fossiel met CO₂ opslag variëren beide tussen de 0 en 30% in die scenario's. Een belangrijk doel van de studie is geweest om na te gaan wat de gevolgen zijn van de inpassing van hoge percentages van hernieuwbare energie door wind en zonne-energie.

Bronnen voor onderstaande vragen 7 tot en met 13:

- [IAEA PRIS](#) (15 maart 2011)
- [ECN Kernenergie & Brandstofmix](#)
- [TVÖ](#), kerncentrale in aanbouw in Finland (Oikiluoto-3)
- [Areva](#), kerncentrale in aanbouw in Frankrijk (Flamanville)

7. Hoeveel kerncentrales zijn er nu in bedrijf?

Mondiaal waren er begin 2011 442 kerncentrales in bedrijf. In Europa (EU-27) zijn er 143 kerncentrales in bedrijf. In Japan waren er 54 kerncentrales in bedrijf. Daarvan zijn er nu enkele stilgelegd als gevolg van de aardbeving en de tsunami.

In onderstaande tabel staan de gegevens voor de buurlanden van Nederland samengevat.

Land	Aantal in bedrijf	Aantal uit bedrijf	In aanbouw	Productie in 2010 [TWh]	Aandeel in totale elektriciteitsproductie
Frankrijk	58	12	1	408	74%
Duitsland	17	19	0	133	24%
België	7	1	0	45.7	51%
Verenigd Koninkrijk	19	26	0	62.9	18%

Kerncentrales in buurlanden van Nederland, situatie 2010 (gebaseerd op 2010, Bron: IAEA-PRIS)

8. Hoeveel kerncentrales zijn er nu in aanbouw?

Er zijn nu wereldwijd 65 kerncentrales in aanbouw. De meeste nieuwbouw vindt plaats in het Verre Oosten (China, Zuid-Korea, Japan).

In Europa zijn er twee kerncentrales in aanbouw: in Finland (Oikiluoto-3 ([TVO](#)) en in Frankrijk (Flamanville-3). In Finland is de bouw gestart in augustus 2005, in Frankrijk in december 2007. Beide zijn van het drukwater type (EPR, een ontwerp van de Franse reactorbouwer [Areva](#)) met een geschat netto vermogen van 1620 MWe. De twee centrales zullen naar verwachting in 2013 stroom gaan leveren. De bouwduur van de Finse EPR komt daarmee op ca. 8 jaar, de Franse EPR op 6 jaar. Areva bouwt ook twee van deze [EPR centrales in China](#).

Aantal kerncentrales in bedrijf en in aanbouw

	Aantal kerncentrales in bedrijf	Aantal in aanbouw	Opgestelde capaciteit
Mondiaal	442	65	375 GW
In Europa	143	2	127 GW

Bronnen: IAEA PRIS; EC, 2010

9. Hoeveel kerncentrales zijn er nu in Nederland gepland?

In Nederland zijn er twee plannen voor een nieuwe kerncentrale. Beide plannen gaan uit een nieuwe centrale naast de bestaande kerncentrale in Borssele. Het bedrijf [Delta](#) wil samen met het France EdF in 2018 een nieuwe kerncentrale in bedrijf hebben. Het bedrijf [ERH](#) wil in 2019 een nieuwe centrale in bedrijf nemen. ERH vertegenwoordigt het 50% aandeel van Essent in EPZ. Vanwege de statuten van EPZ kon dat aandeel niet in handen komen van een buitenlandse onderneming. Het Duitse energiebedrijf RWE heeft namelijk het energiebedrijf Essent overgenomen.

Voor beide plannen is het MER-traject (milieueffectrapportage) en het vergunningentraject gestart met het indienen van een zgn. startnotitie. Dat was in juni 2009 (Delta) en in september 2010 (ERH).

10. Wanneer worden vergunningen verleend voor nieuwe kerncentrales in Nederland?

Het kabinet verwachtte in februari 2011 dat eind 2012 vergunningen kunnen worden verleend voor de nieuwe kerncentrales, mits die plannen aan de wettelijke eisen en de nog te stellen randvoorwaarden voldoen. Delta verwacht inderdaad in 2012 een definitieve vergunningaanvraag te kunnen indienen bij het ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie (EL&I)

(bron: Energieia, 15 maart 2011). Het ministerie van EL&I heeft de Tweede Kamer een brief gestuurd over de randvoorwaarden die gesteld gaan worden aan de nieuwe kerncentrales. Meer info:

- [Kamerstuk 2011-02-11 Randvoorwaarden voor de bouw van nieuwe kerncentrales](#)
- [Delta](#)
- [ERH](#)

11. Worden de nieuwe kerncentrales ook daadwerkelijk gebouwd?

Indien er vergunningen worden afgegeven voor de bouw van nieuwe kerncentrales in Nederland is het nog onzeker of de bedrijven daadwerkelijk besluiten te bouwen.

Tussen het besluit om een aanvraag in te dienen en de vergunningverlening zit een periode van drie tot vier jaar. In die periode kunnen economische omstandigheden en beleid veranderen.

De financiering van centrales met hoge kapitaalskosten is door de financiële en daarop volgende economische crisis lastiger geworden dan een jaar of zes geleden. Dat heeft gevolgen voor nieuwe plannen met kerncentrales en kolencentrales, maar ook voor offshore windparken. Windenergie heeft daarbij nog een voordeel omdat veel EU-lidstaten windenergie subsidiëren.

12. Hoeveel kerncentrales zijn er nu in Europa gepland?

Naast de kerncentrales in aanbouw in Finland en Frankrijk, bestaan er in de landen Bulgarije, Tsjechië, Frankrijk, Polen, Roemenië en het Verenigd Koninkrijk plannen voor de realisatie van in totaal circa 15 tot 20 nieuwe kerncentrales. Verschillende landen hebben de eerder besloten uitfasering van kerncentrales uitgesteld of opgeheven. Voorbeelden hiervan zijn Duitsland, België en Zweden. De besluiten in Duitsland en België zijn nog niet definitief. Het besluit in Duitsland staat naar aanleiding van het nucleaire ongeval in Japan sinds dinsdag 14 maart 2011 weer ter discussie (zie ook vraag 4).

13. Wat is het aandeel van kernenergie in de Japanse elektriciteitsproductie?

In 2010 produceerden de Japanse kerncentrales in totaal 279 TWh. Dat was 29% van de totale elektriciteitsvraag in Japan (956 TWh). De vraag in Japan is acht keer zo hoog als de Nederlandse elektriciteitsvraag.

Japan: rol van kernenergie

Aantal kerncentrales (2010)	54 (in bedrijf) 2 (in aanbouw)
Elektriciteitsproductie in 2010	279 Terawattuur (TWh)
Aandeel in totale elektriciteitsproductie	29%

(Gebaseerd op IAEA, PRIS system, 15 maart 2011)